

УДК 620.19

А. В. Бызов¹, Э. А. Валиев¹, В. Е. Щербинин², В. Н. Костин^{1,2}

¹ – Уральский федеральный университет,

² – Институт физики металлов УроРАН,

г. Екатеринбург

ОБНАРУЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЛОКАЛЬНО ИЗМЕРЯЕМЫХ МАГНИТНЫХ ШУМОВ

Исследована возможность обнаружения дефектов сплошности в ферромагнитных объектах по изменению интенсивности магнитных шумов Баркгаузена, локально измеряемых с помощью малогабаритного преобразователя. Показано, что поля рассеяния поверхностных и внутренних дефектов оказывают значительное влияние на сигнал преобразователя. Полученные результаты могут быть использованы для разработки малогабаритных сканирующих дефектоскопов.

Ключевые слова: магнитные шумы Баркгаузена, локальное перемангничивание, поверхностные дефекты.

A. V. Byzov, E. A. Valiev, V. E. Scherbinin, V. N. Kostin

SURFACE DEFECT DETECTION BY THE LOCAL MEASURED MAGNETIC NOISES

Continuity defect detection opportunity in ferromagnetic materials was researched by intensity changing of Barkhausen noises locally measured with help of compact transducer. It is shown the scattering fields of surface and internal defects have significantly influence with transducer signal. Obtained results can be used for designing of compact scanning defectoscopes.

Keywords: magnetic Barkhausen noises, local remagnetization, continuity defects.

Для современных методов магнитной дефектоскопии физической основой является рассеяние магнитного потока дефектом сплошности (MagneticFluxLeakage). Применяемые MFL-методы имеют ряд существенных ограничений. Они требуют намагничивания контролируемой зоны объекта до состояния близкого к техническому насыщению, т. е. являются весьма энергоемкими. Применение этих методов порождает проблему последующего размагничивания контролируемых объектов. Такие известные методы, как

магнитопорошковый и магнитографический являются весьма трудоемкими, трудно поддаются автоматизации и не могут быть использованы для сканирования протяженных объектов и для количественной оценки параметров обнаруженного дефекта. Обнаружение поверхностных и подповерхностных дефектов ультразвуковым методом требует использования специальных методик (волны Рэлея) и, как правило, непосредственного контакта преобразователя с контактируемой поверхностью. Вихретоковые методы способны обнаруживать только выходящие на поверхность дефекты и не чувствительны даже к близко расположенным подповерхностным дефектам. Таким образом разработка высокопроизводительных сканирующих методик обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов остается актуальной проблемой.

В настоящей работе исследована возможность обнаружения поверхностных дефектов сплошности при локальном измерении магнитного шума Баркгаузена в ферромагнитных объектах. Как известно, для инициирования необратимых смещений доменных границ необходимо, чтобы значение внутреннего магнитного поля превысило критические поля доменных границ. В области дефекта сплошности меняется пространственное распределение магнитного потока и поля, что должно отражаться на интенсивности регистрируемых шумов Баркгаузена (ШБ). Для измерения ШБ можно использовать переменное магнитное поле с частотой от единиц до десятков герц, что должно обеспечить возможность сканирования поверхности контролируемых объектов, а также гораздо большую в сравнении с вихревыми токами глубину информативного слоя и возможность обнаружения подповерхностных дефектов.

Для экспериментальных исследований был использован магнитошумовой структуроскоп МС-20Б. Перемагничивание контролируемых объектов производилось П-образным электромагнитом с сечением полюсов 3x10 мм и межполюсным расстоянием 6,5 мм. Частота переменного поля составляла 50 Гц. Амплитуда поля выбиралась из соображений максимальной

чувствительности к обнаруживаемым дефектам. При сканировании поверхности образцов датчик ориентировался так, чтобы силовые линии магнитного поля были перпендикулярны наибольшей площади ожидаемых дефектов. Интенсивность магнитного шума Баркгаузена регистрировалась катушкой, расположенной в межполюсном пространстве электромагнита. В качестве объектов исследования использовали шлифованные прямоугольные пластины с искусственно выполненными дефектами типа выходящих на поверхность трещин различной глубины и подповерхностных цилиндрических сверлений.

На рис. 1 представлена зависимость относительной величины регистрируемых шумов (ЭДС ШБ) от положения датчика на пластине с размерами $39,75 \times 50,00 \times 2,45$ мм, изготовленной из отожженной низкоуглеродистой стали и имеющей прямоугольную поверхностную трещину с глубиной 1,00 мм и раскрытием 0,5 мм. Пунктирная линия обозначает положение трещины. Видно, что в области трещины показания прибора уменьшаются примерно в 2 раза.

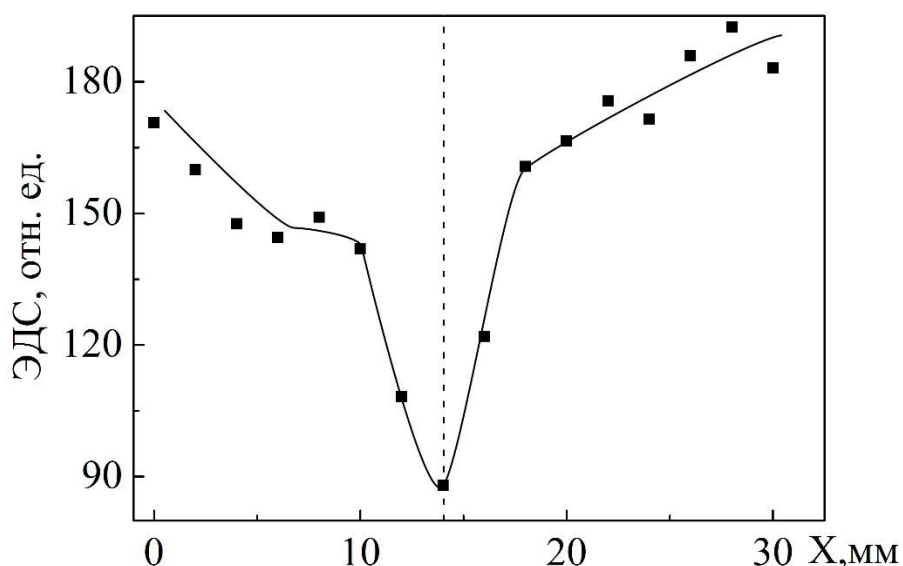


Рис. 1. Зависимость показаний прибора МС-20Б от положения датчика на пластине с прямоугольной трещиной глубиной в 1 мм

На рис. 2 представлена аналогичная зависимость ЭДС ШБ, полученная при сканировании пластины из того же материала, имеющей размеры $60 \times 165,5 \times 5,7$ мм и содержащей 5 трещин различной глубины. Из рисунка

видно, что в области всех дефектов существенно уменьшаются показания структуроскопа. В бездефектных областях показания прибора остаются практически неизменными. Все дефекты обнаруживаются раздельно вследствие того, что расстояние между дефектами больше размеров датчика. Видна корреляция изменения величины ЭДС ШБ и глубины трещин. Аналогичные результаты были получены для других объектов контроля.

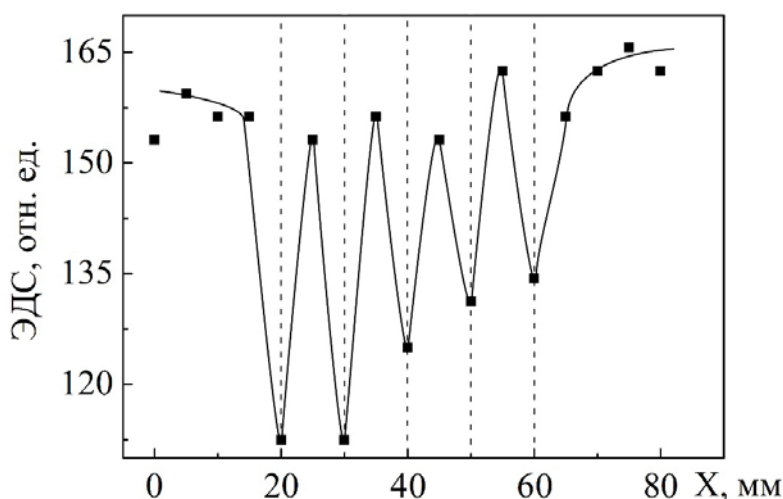


Рис. 2. Зависимость показаний прибора МС-20Б от положения датчика на пластине с трещинами глубиной (слева направо) 3,1; 2,5; 1,9; 1,2; 0,6 мм

Также была исследована зависимость интенсивности сигнала ЭДС ШБ от величины зазора между датчиком и исследуемым объектом. Знание данной зависимости для приборов, используемых в области неразрушающего контроля, крайне важно, поскольку не всегда возможно исследование «чистой» поверхности вследствие наличия таких факторов, как грязь, краска и др. Экспериментальная зависимость представлена на рис. 3.

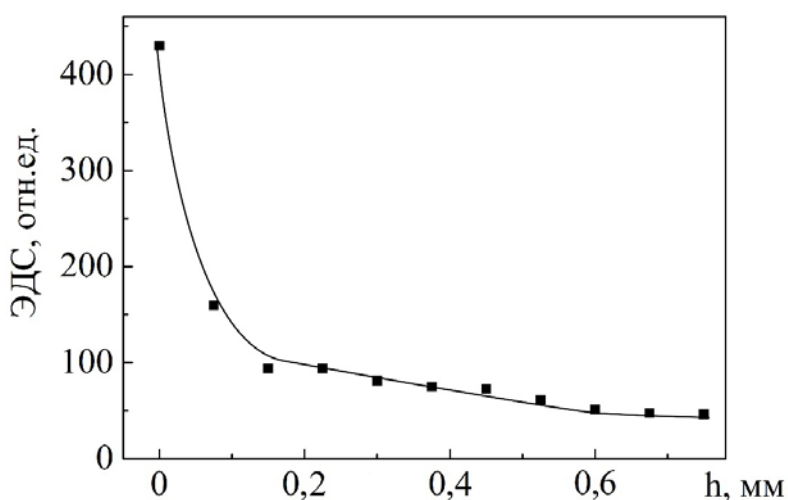


Рис. 3. Зависимость показаний прибора МС-20Б от величины зазора

Как видно из зависимости, достоверные измерения эффекта Баркгаузена могут быть проведены при зазоре не более 0,05 мм. При больших величинах зазора интенсивность сигнала падает.

Таким образом, показано, что локальные измерения ЭДС Баркгаузена в переменном поле с помощью малогабаритного датчика могут быть перспективны для построения сканирующих систем электромагнитной дефектоскопии при малых зазорах между датчиком и поверхностью объекта контроля.

Работа выполнена по программе «Диагностика» и при поддержке проекта фундаментальных научных исследований УрО РАН № 15-17-2-5.